

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-292407

(43)Date of publication of application : 20.10.2000

(51)Int.Cl.

G01N 27/409

F02D 41/14

(21)Application number : 11-095061

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 01.04.1999

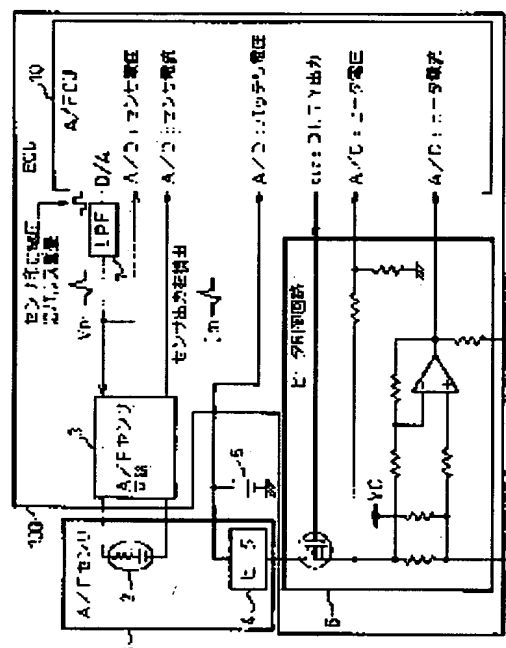
(72)Inventor : AOKI KEIICHIRO

## (54) HEATER CONTROLLER OF AIR/FUEL RATIO SENSOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the element crack of an air/fuel ratio sensor at the time of the cold starting of an engine.

**SOLUTION:** A heater controller is equipped with the air/fuel ratio sensor 1 provided to the exhaust passage of an engine, the heater 4 for heating the air/fuel ratio sensor 1, heater control means 6, 10 controlling the power supplied to the heater 4 so that the air/fuel ratio sensor 1 becomes activating temp., a battery voltage detection means 10 detecting the voltage of a battery 5 supplying power to the heater 4 and a power setting means 10 setting the power supplied to the heater 4 controlled on the basis of the voltage of the battery, which is detected by the battery voltage detection means 10, by the heater control means 6,10 from a predetermined period from the start of the supply of power to the heater in starting the engine.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

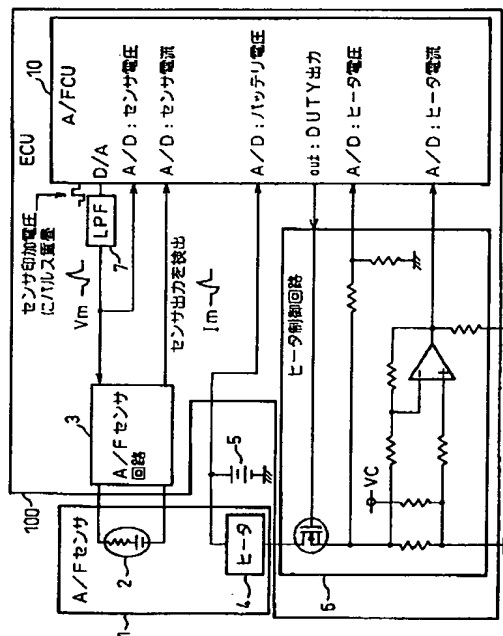
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**This Page Blank (uspto)**

(11)特許出願公開番号  
特開2000-292407  
(P2000-292407A)

|            |  |      |            |
|------------|--|------|------------|
| FI         |  |      | テ-リ-ト*(参考) |
| G01N 27/58 |  | B    | 2G004      |
| F02D 41/14 |  | 310K | 3G301      |



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に設けられた空燃比センサと、該空燃比センサを加熱するヒータと、該空燃比センサが活性化温度になるように該ヒータに供給する電力を制御するヒータ制御手段と、を備えた空燃比センサのヒータ制御装置において、前記ヒータに電力を供給するバッテリーの電圧を検出するバッテリー電圧検出手段と、

前記内燃機関の始動に際し、前記ヒータに電力供給を開始してから所定期間、前記バッテリー電圧検出手段により検出された前記バッテリーの電圧に基づいて、前記ヒータ制御手段が制御する前記ヒータに供給する電力を設定する電力設定手段と、を備えたことを特徴とする空燃比センサのヒータ制御装置。

【請求項2】 内燃機関の排気通路に設けられた空燃比センサと、該空燃比センサを加熱するヒータと、該空燃比センサが活性化温度になるように該ヒータに供給する電力を制御するヒータ制御手段と、を備えた空燃比センサのヒータ制御装置において、前記ヒータの温度を検出するヒータ温度検出手段と、前記空燃比センサの素子温度を検出する素子温度検出手段と、

前記内燃機関の始動に際し、前記ヒータに電力供給を開始してから所定期間、前記ヒータ温度検出手段により検出されたヒータ温度と前記素子温度検出手段により検出された素子温度との温度差に基づき、前記ヒータ制御手段が制御する前記ヒータに供給する電力を設定するヒータ電力設定手段と、を備えたことを特徴とする空燃比センサのヒータ制御装置。

【請求項3】 前記素子温度検出手段は、前記空燃比センサの素子インピーダンスから前記空燃比センサの素子温度を検出する請求項2に記載の空燃比センサのヒータ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は空燃比センサのヒータ制御装置に関し、特に、冷間始動時の空燃比センサの素子割れを防止する空燃比センサのヒータ制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年の機関の空燃比制御においては、機関の排気系に空燃比センサと触媒とを配設し、触媒により排気ガス中の有害成分(HC、CO、NOx等)を最大限浄化するため、空燃比センサにより検出される機関の排気空燃比が目標空燃比、例えば理論空燃比になるようにフィードバック制御されている。この空燃比センサとして、機関から排出される排気ガス中に含まれる酸素濃度に比例して限界電流を出力する限界電流式の酸素濃度検出素子(酸素センサ)が用いられている。限界電流式酸素濃度検出素子は、酸素濃度から機関の排気空燃比

を広域かつリニアに検出するものであり、空燃比制御精度を向上させたり、リッチ～理論空燃比(ストイキ)～リーンの広域空燃比の間で機関の排気空燃比を目標空燃比にするよう制御するために有用である。

【0003】上記酸素濃度検出素子は、空燃比の検出精度を維持するため活性状態に保たれることが不可欠であり、通常、機関始動時から同素子に付設されたヒータを通電することにより同素子を加熱し、早期活性化させてその活性状態を維持するようヒータの通電制御を行っている。特開平8-278279号公報開示の酸素センサのヒータ制御装置は、ヒータへの通電初期にセンサ素子の早期活性化のためヒータ温度が所定温度に達するまでは全電力をヒータに供給し、ヒータ温度が所定温度に達するとヒータ温度に応じた電力をヒータに供給し、センサ素子の温度が所定温度に達すると酸素センサの素子温度に応じた電力をヒータに供給する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平8-278279号公報開示の酸素センサのヒータ制御装置は、特に機関の冷間始動時に、ヒータへの通電初期に酸素センサの素子を早期活性化するため、ヒータへ電力供給するバッテリーの電圧を考慮せずに全電力、すなわち100%デューティ比でヒータに電力供給するので、ヒータに大電流が流れてヒータを急激に加熱し、急上昇したヒータ温度と酸素センサの素子温度との温度差が急激に増大し、所謂サーマルショックによる酸素センサ(空燃比センサと称する)の素子割れが発生するという問題がある。

【0005】それゆえ、本発明は上記問題を解決し、機関の冷間始動時に、サーマルショックによる空燃比センサの素子割れを防止する空燃比センサのヒータ制御装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】前記問題を解決する本発明による第1形態の空燃比センサのヒータ制御装置は、内燃機関の排気通路に設けられた空燃比センサと、該空燃比センサを加熱するヒータと、該空燃比センサが活性化温度になるように該ヒータに供給する電力を制御するヒータ制御手段と、を備えた空燃比センサのヒータ制御装置において、前記ヒータに電力を供給するバッテリーの電圧を検出するバッテリー電圧検出手段と、前記内燃機関の始動に際し、前記ヒータに電力供給を開始してから所定期間、前記バッテリー電圧検出手段により検出された前記バッテリーの電圧に基づいて、前記ヒータ制御手段により制御される前記ヒータに供給する電力を設定する電力設定手段と、を備えたことを特徴とする。

【0007】上記構成により、冷間始動時におけるヒータへの電力供給に際し、バッテリーの電圧に応じてヒータに電力供給するので、ヒータが急激に加熱されず、サーマルショックによる空燃比センサの素子割れが防止され

る。前記問題を解決する本発明による第2形態の空燃比センサのヒータ制御装置は、内燃機関の排気通路に設けられた空燃比センサと、該空燃比センサを加熱するヒータと、該空燃比センサが活性化温度になるように該ヒータに供給する電力を制御するヒータ制御手段と、を備えた空燃比センサのヒータ制御装置において、前記ヒータの温度を検出するヒータ温検出手段と、前記空燃比センサの素子温度を検出する素子温検出手段と、前記内燃機関の始動に際し、前記ヒータに電力供給を開始してから所定期間、前記ヒータ温検出手段により検出されたヒータ温と前記素子温検出手段により検出された素子温との温度差に基づき、前記ヒータ制御手段が制御する前記ヒータに供給する電力を設定するヒータ電力設定手段と、を備えたことを特徴とする。

【0008】上記構成により、冷間始動時におけるヒータ温と空燃比センサの素子温との温度差から空燃比センサの素子割れを予測して、その温度差に基づいてヒータに供給する電力を設定するので、サーマルショックによる空燃比センサの素子割れが防止される。上記第1形態の空燃比センサのヒータ制御装置において、前記素子温検出手段は、前記空燃比センサの素子インピーダンスから前記空燃比センサの素子温度を検出する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は本発明による空燃比センサのヒータ制御装置の一実施形態の概略構成図である。図1以降、同一のものは同一符号で示す。図示しない内燃機関の排気通路に配設され機関の排気空燃比を検出する空燃比センサ1は、空燃比センサ素子（以下、センサ素子と記す）2とヒータ4とからなり、センサ素子2には空燃比センサ回路（以下、センサ回路と記す）3から電圧が印加され、ヒータ2にはバッテリー5からヒータ制御回路6を介して電力が供給される。センサ回路3はマイクロコンピュータからなる空燃比制御ユニット（A/FCU）10からアナログの印加電圧をローパスフィルタ（LPF）7を介して受けセンサ素子2に印加する。

【0010】A/FCU10は、センサ回路3、ヒータ制御回路6およびLPF7と共に電子制御ユニット（ECU）100の一部をなし、デジタルデータを内部に設けられたD/A変換器により矩形形状のアナログ電圧に変換した後LPF7を介してセンサ回路3へ出力する。LPF7は矩形形状のアナログ電圧信号の高周波成分を除去したなまし信号を出力し、高周波ノイズによるセンサ素子2の出力電流の検出エラーを防止している。このなまし信号の電圧のセンサ素子2への印加に伴いA/FCU10は被検出ガス中、すなわち排気ガス中の酸素濃度に比例して変化するセンサ素子2を流れる電流およびその時のセンサ素子2への印加電圧を検出する。A/FCU10はこれらの電流および電圧を検出するため内部にA

／D変換器を設けており、これらのA／D変換器はセンサ回路3からセンサ素子2を流れる電流に相当するアナログ電圧およびセンサ素子2への印加電圧を受けデジタルデータに変換する。

【0011】空燃比センサ1はセンサ素子2が活性状態にならないとその出力を空燃比制御に使用できない。このため、A／FCU10は機関始動時にバッテリー5からセンサ素子2に内蔵されたヒータ4へ電力供給してヒータ4を通電し、センサ素子2を早期活性化し、センサ素子2が活性化された後はその活性状態を維持するようヒータ4へ電力供給する。バッテリー5の電圧はA／FCU10の内部に設けられたA／D変換器によりデジタルデータに変換される。

【0012】しかるに、センサ素子2の抵抗がセンサ素子2の温度に依存すること、すなわちセンサ素子温度の増大に連れて減衰することに着目し、センサ素子2の抵抗がセンサ素子2の活性状態を維持する温度に相当する抵抗値、例えば30Ωとなるようヒータ4へ電力供給することによりセンサ素子2の温度を目標温度、例えば700℃に維持する制御が行われている。また、空燃比制御ユニット（A／FCU）10は、センサ素子2を加熱するヒータ制御回路6からヒータ4の電圧と電流に相当するアナログ電圧を受けデジタルデータに変換するA／D変換器を内部に設けている。これらのデジタルデータを用いて、例えばヒータ4の抵抗値を算出し、算出した抵抗値に基づき機関の運転状態に応じた電力供給をヒータ4に行うとともにヒータ4の過昇温（OT）を防止するようヒータ4の温度制御を行う。本発明の実施形態では、空燃比センサ1として限界電流式酸素濃度検出素子（酸素センサ）を使用する。しかしながら、本発明はこれに限定するものでなく、空燃比センサ1として、空燃比がリッチかりーンを判定するZ特性を有する入型酸素センサ（O<sub>2</sub>センサと称する）を用いた場合にも適用できる。

【0013】空燃比制御ユニット（A／FCU）10は、例えば図示しない双方向性バスにより相互に接続されたCPU、ROM、RAM、B（バッテリーバックアップ）、RAM、入力ポート、出力ポート、A／D変換器およびD／A変換器を具備し、後述する本発明の空燃比センサ1のヒータ制御を行う。ここで、冷間始動時に空燃比センサの素子割れが生ずる理由を説明する。

【0014】図2は図1に示す空燃比センサの断面図である。空燃比センサのセンサ本体20は、断面カップ状の拡散抵抗層21を有しており、この拡散抵抗層21はその開口端21aにて機関の排気管27の取付け穴部内に嵌め込まれて固定されている。拡散抵抗層21はZrO<sub>2</sub>等のブラズマ溶射法等により形成されている。またセンサ本体20は固体電解質層22を有しており、この固体電解質層22は酸素イオン伝導性酸化物焼結体により断面カップ状の排気ガス側電極層23を介し抵抗拡散

層21の内周壁に様に嵌め込まれて固定されている。この固体電解質層22の内表面には、大気側電極層24が断面カップ状に様に固着されている。かかる場合、排気側電極層23および大気側電極層24は、共に白金(Pt)等の触媒活性の高い貴金属を化学メッキ等により十分浸透性(porous)を有するように形成されている。また、排気ガス側電極層23の面積および厚さは10~100mm<sup>2</sup> および0.5~2.0μm程度となっている。一方大気側電極層24の面積および厚さは10mm<sup>2</sup> 以上および0.5~2.0μm程度となっている。また、センサ本体20は保護カバー28により囲まれている。保護カバー28はセンサ本体20の排気ガスとの直接接触を防止しつつ、センサ本体20の保温を確保するために設けられている。保護カバー28にはカバーの内部と外部とを連通するため多数の小穴が設けられている。

【0015】機関の冷間始動時にはセンサ本体20を早期加熱するためヒータ26に大電力を供給する必要がある。従来技術によれば、バッテリー5からヒータ26にデューティ比100%で電力供給をしている。すると、ヒータ26に大電流が流れてヒータ26を急激に加熱し、ヒータ26の温度が急上昇し、ヒータ26の温度とセンサ本体20の温度との温度差が急激に増大し、空燃比センサの素子割れが生ずる。この素子割れには拡散層のマイクロクラックも含まれている。本発明は、機関の冷間始動時の空燃比センサの素子割れを防止するため、以下に説明するように冷間始動時にヒータ26に過大な電力を供給しないようヒータ制御を行う。

【0016】図3はヒータ制御ルーチンのフローチャートである。本ルーチンおよび図4、図6、図7および図8に示すフローチャートの処理は所定の処理周期、例えば64ms毎に実行される。まず、ステップ301では、図示しないイグニッションスイッチIGSWがオンかオフかを判別し、IGSWがオンのときはステップ302に進み、IGSWがオフのときは本ルーチンを終了する。

【0017】ステップ302~312の処理を簡単に説明すると、空燃比センサ1の早期活性化のため、バッテリー5からヒータ4への電力供給を開始し、ヒータ温度が所定温度に達するまでは始動時のデューティ制御にしたがって設定された電力をヒータ4に供給し(始動時DUTY制御)、ヒータ温度が所定温度に達するとヒータ温度に応じた電力をヒータ4に供給し(ヒータ上限抵抗F/B制御)、空燃比センサ1の温度が所定温度に達すると空燃比センサ1の素子温度に応じてセンサ素子2を活性状態に維持するための電力をヒータ4に供給する(素子温F/B制御)。

【0018】ステップ302では、空燃比センサ1の素子直流インピーダンスZ<sub>dc</sub>を算出する。このインピーダンスZ<sub>dc</sub>は、センサ素子2に負の電圧V<sub>neg</sub>を印加し、

その時の電流I<sub>neg</sub>を検出し、 $Z_{dc} = V_{neg} / I_{neg}$ を算出して求める。一般に素子温が上昇するにつれて素子直流インピーダンスは減衰するという相関関係があり、例えばセンサ素子2が活性化温度700°Cのとき素子直流インピーダンスは30Ωである。

【0019】ステップ303では、空燃比センサ1の活性フラグF1がセットされたか否かを判別し、F1=1のときはステップ304に進み、ステップ304で素子温F/B制御を実行し、F1=0のときはステップ305に進む。ステップ305では、センサ素子2の活性判定を素子直流インピーダンスに基づいて行う。すなわち、 $Z_{dc} > 30$ のときセンサ素子2が活性化されたと判断しステップ306で空燃比センサ1の活性フラグF1を1にセットし、次いでステップ304で素子温F/B制御を実行し、 $Z_{dc} \leq 30$ のときセンサ素子2は非活性状態であると判断しステップ307に進み、センサ素子2を活性化させるためのヒータ制御を行う。フラグF1はイグニッションスイッチIGSWがオフからオンに切換えられるときワンショットパルス信号でリセットされる。

【0020】ステップ307では、ヒータ4への印加電圧V<sub>n</sub>および電流I<sub>n</sub>を検出する。ステップ308では、ヒータ4の抵抗R<sub>h</sub>を $R_h = V_n / I_n$ から算出する。ステップ309では、ヒータ4の耐熱限界温度1200°Cより所定温度だけ低いヒータ上限温度1020°Cに到達していないかを判定し、その判定結果がYESのときはステップ310に進み、ヒータ4にできるだけ大電力を供給するDUTY制御を実行し、その判定結果がNOのときはステップ311に進み、ヒータ4をヒータ上限温度1020°Cに維持する制御を行う。ステップ310、311については、図4~図8を用いて後で詳細に説明する。ここで、ヒータ上限温度をヒータ4の耐熱限界温度に設定しないのはヒータ4の抵抗温度特性にばらつきがあるからである。ばらつきの中央値を用いるとヒータ上限温度1020°Cに相当するヒータ抵抗R<sub>h</sub>は2.1Ωであり、ヒータ抵抗R<sub>h</sub>が2.1Ωになるようにヒータ制御したとき、ヒータ温度のばらつきは870~1200°Cの範囲内に収まり、ヒータ4の耐熱限界温度を越えない。

【0021】ステップ312では、ステップ310、311で設定されたDUTY比に応じてヒータにバッテリー5の電圧を印加する。ここで、DUTY制御とは、ヒータ4にバッテリー5の電圧をオンオフする周期を、例えば100msとしたとき、DUTY比が20%のときはオン時間20msオフ時間80ms、DUTY比が50%のときはオン時間50msオフ時間50ms、DUTY比が100%のときはオン時間100msの各周期でヒータ4にバッテリー5の電圧を印加する制御を言う。次に、図3のステップ311について、図4を用いて詳細に説明する。

【0022】図4はヒータ上限抵抗に基づくヒータ制御を示す。まず、ステップ401では、ヒータ電力制御実行中を示すヒータ電力制御フラグF2がセットされているか否かを判別し、F2=1のときはステップ402に進み、F2=0のときはステップ403に進み、ステップ403ではヒータ電力制御の初期デューティ比として20%を設定する。この20%はヒータ電圧制御から電力制御に移行した時に急激なヒータ温度変化が抑制されるように選択された値である。次いでステップ404ではF2をセットする。フラグF2はイグニッションスイッチIGSWがオフからオンに切換えられるときワンショットパルス信号でリセットされる。

【0023】ステップ402では、機関運転条件の急変に伴う排気温の上昇等によりヒータ4が異常加熱されないように保護するための制御を行うため、ヒータ抵抗Rhが2.5Ωより大か否かを判別し、Rh>2.5Ωのときはステップ405に進み、Rh≤2.5Ωのときはステップ406に進む。ステップ406ではDUTY=DUTY-10を計算し、計算値を新たなDUTY比に設定する。DUTYが負の値になったときはDUTY=0に設定される。

【0024】ステップ405では、ヒータ電力Whを次式から算出する。

$$W_h = V_n \times I_n \times \text{DUTY} / 100$$

ここで、Vn、Inは図3のステップ307で検出した電圧値、電流値を示しDUTYは前回処理周期にステップ403、406、408または409で設定されたDUTY比を示す。

【0025】ステップ407では、今回処理周期のヒータ電力Whとヒータ4の耐熱限界温度1200°Cに対応するヒータ供給電力21Wとを比較し、Wh≤21のときはヒータ4への供給電力が目標電力より低いと判定してステップ408に進みステップ408でデューティ比を3%加算(DUTY=DUTY+3を算出)してヒータ4への供給電力を増大し、Wh>21のときはヒータ4への供給電力が目標電力より高いと判定してステップ409に進みステップ409でデューティ比を3%減算(DUTY=DUTY-3を算出)してヒータ4への供給電力を減少する。

【0026】以上により設定されたDUTYに基づきヒータ制御することで、ヒータ4への実供給電力を目標電力21(W)に制御できる。次に、ステップ304の素子温F/B制御について説明する。ステップ303で検出した素子直流インピーダンスZdcをもとに、素子直流インピーダンスZdcが素子温700°Cに相当する30(Ω)になるようにヒータ4へ印加する電圧のデューティ比を下記の方程式に基づき演算する。

$$【0027】 \text{DUTY} = \text{GP} + \text{GI} + c$$

$$\text{GP} = a(Z_{dc} - 30) \quad \cdots \text{比例項}$$

$$\text{GI} = \text{GI} + b(Z_{dc} - 30) \quad \cdots \text{積分項}$$

ここで、a、b、cは、例えばa=4.2、b=0.2、c=20の定数である。以上演算されたデューティ比でヒータ4を制御することで、素子直流インピーダンスZdcを30(Ω)付近に制御でき、センサ素子を常に良好な活性状態に維持でき、異常加熱によるセンサ素子の破損を防止できる。次に、図3のステップ310について、第1実施例を図5を用いて以下に説明する。

【0028】図5は機関始動時の第1実施例のヒータ制御を示すフローチャートである。図3のステップ309でヒータ温度がヒータ上限温度1020°Cに到達していないと判定されたとき、ステップ501、502を実行し、ヒータ4にできるだけ大電力を供給するDUTY制御を行う。ステップ501では、バッテリー5の電圧を読み込む。ステップ502では、図6に示すマップにより、ステップ501で読込んだバッテリー電圧からヒータ供給電力のDUTY比を算出する。

【0029】この第1実施例のヒータ制御によれば、機関始動時にバッテリー電圧VBが12Vより高いときでも、デューティ比を100%より低く設定するので、ヒータ温度が急上昇されず、それゆえサーマルショックによるセンサ素子の素子割れを防止できる。図6に示すマップは、バッテリー電圧Vbが12VのときDUTY=100とすると、ヒータ抵抗Rh=2.1(Ω)に12Vの電圧が連続的に印加され、ヒータ4への平均供給電力は、(Vb)<sup>2</sup>/Rで算出され、約69(W)となる。このときのヒータ4への平均供給電力を上限值に定めることによりセンサ素子割れを生じることなくヒータ4への電力供給が可能となる。バッテリー電圧Vbが12Vを越えたときは、ヒータ4への平均電力供給が69(W)を越えないようにDUTY比を算出する。例えば、バッテリー電圧Vbが14Vのとき、このまま100%デューティで電力供給すると、平均供給電力は、(Vb)<sup>2</sup>/R=93(W)となってしまうので、これを69(W)にするためには、DUTY比を69/93=74(%)にすればよい。マップにおいて12Vを越えるバッテリー電圧Vbに対するDUTY比はこのように算出される。なお、12V以下のバッテリー電圧Vbに対するDUTY比は、100%デューティで電力供給しても平均供給電力は69(W)以下なのでセンサ素子2の早期活性化のため100%に設定される。次に、図3のステップ310について、第2実施例を図7を用いて以下に説明する。

【0030】図7は機関始動時の第2実施例のヒータ制御を示すフローチャートである。図3のステップ309でヒータ温度がヒータ上限温度1020°Cに到達していないと判定されたRh<2.1(Ω)とき、ステップ701、702を実行し、ヒータ4にできるだけ大電力を供給するDUTY制御を行う。ステップ701では、今回処理周期のDUTY=100(%)でのヒータ4へのヒータ供給電力Waを図3のステップ307で検出し

たヒータ電圧 $V_n$ とヒータ電流 $I_n$ から算出する( $W_a = V_n \times I_n$ )。ここで、注目すべきことはヒータ電圧 $V_n$ がバッテリー電圧 $V_B$ に相当することであり、 $W_a$ は $V_B$ に応じて算出されることである。

【0031】ステップ702では、ヒータ最大供給電力 $W_{hm}$ とステップ701で算出した今回処理周期のヒータ供給電力 $W_a$ とを用い次式からDUTY比を算出する。 $DUTY = (W_{hm}/W_a) \times 100 = (144/W_a) \times 100$

ここで、ヒータ最大供給電力 $W_{hm}$ とは、ヒータ抵抗 $R_h$ が1.0( $\Omega$ )、バッテリー電圧 $V_B$ が12(V)のときにセンサ素子割れを生じることなくヒータ4へ供給可能な平均供給電力144(W)を言う。上式の計算結果、 $DUTY > 100$ のときは $DUTY = 100$ に設定する。

【0032】この第2実施例のヒータ制御によれば、機関始動時にヒータ抵抗 $R_h$ が2.1( $\Omega$ )に至る前の小さな抵抗値のときに、バッテリー電圧 $V_B$ によってはヒータ供給電力 $W_a$ が上記ヒータ最大供給電力 $W_{hm}$ (=144(W))を越えてヒータ温度を急上昇し、サーマルショックによるセンサ素子割れを引き起こす恐れがあるので、このときヒータ供給電力 $W_a$ の上限をヒータ最大供給電力 $W_{hm}$ とするようにヒータ4へ印加する電圧のDUTY比が設定される。

【0033】図8は機関始動時の第3実施例のヒータ制御を示すフローチャートである。図3のステップ309でヒータ温度がヒータ上限温度1020°Cに到達していないと判定されたとき、ステップ801~806を実行し、ヒータ4にできるだけ大電力を供給するDUTY制御を行う。ステップ801では、図3のステップ308で算出したヒータ抵抗 $R_h$ からヒータの温度を算出する。ステップ802では、図3のステップ302で算出した素子直流インピーダンス $Z_{dc}$ からセンサ素子2の温度を算出する。ステップ803では、ステップ801で算出したヒータ温とステップ802で算出したセンサ素子温との温度差を計算する。ステップ804では、上記温度差が所定値、例えば500°Cを越えるか否かを判別し、その判別結果がYESのときはステップ805に進み、ステップ805ではヒータ温度を急上昇し、サーマルショックによるセンサ素子の素子割れを引き起こさないDUTY比、例えば20%に設定する。ステップ804の判別結果がNOのときは、バッテリー5の電圧に応じたDUTY比を算出する。具体的には、前述した図5のフローチャート(第1実施例)または図7のフローチャート(第2実施例)の処理を実行する。上記所定値500°Cは、実験的に求めた値である。ヒータ上限温度は1020°C、センサ活性化温度は700°Cであるので、その差320°C程度ではサーマルショックは生じない。センサ素子2が活性化されるまでの間、通常温度差が500°Cを越えることは少なく、この設定でセンサ素子2の早

期活性化に及ぼす影響は少ない。

【0034】また、ステップ802ではセンサ素子2の温度を素子直流インピーダンス $Z_{dc}$ から算出したが、これに代えてセンサ素子2の温度を素子交流インピーダンス $Z_{ac}$ から算出してよい。通常、センサ素子2には、例えば0.3(V)が印加されており、所定の周期毎に限界電流を検出し排気空燃比が算出されている。交流インピーダンス $Z_{ac}$ は、所定の周期毎、例えば64ms毎にセンサ素子2に0.3±0.2(V)のパルス電圧を印加し、その時のセンサ素子2の電圧 $V_{ac}$ と電流 $I_{ac}$ を検出し、 $Z_{ac} = V_{ac}/I_{ac}$ を算出して求める。一般に素子交流インピーダンスは素子直流インピーダンスと同様に素子温が上昇するにつれて減衰するという相関関係がある。素子交流インピーダンスを検出する場合は、素子直流インピーダンスを検出する場合のようにセンサ素子2に負極性の電圧を印加する必要がないので、制御回路を簡素化できるという利点がある。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、冷間始動時におけるヒータへの電力供給に際し、バッテリーの電圧に応じてヒータに電力供給するので、ヒータが急激に加熱されず、サーマルショックによる空燃比センサの素子割れが防止される。以上説明したように、本発明によれば、冷間始動時におけるヒータの温度とセンサ素子の温度との温度差から空燃比センサの素子割れを予測して、その温度差に基づいてヒータに供給する電力を設定するので、サーマルショックによる空燃比センサの素子割れが防止される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による空燃比センサのヒータ制御装置の一実施形態の概略構成図である。

【図2】図1に示す空燃比センサの断面図である。

【図3】ヒータ制御ルーチンのフローチャートである。

【図4】ヒータ上限抵抗に基づくヒータ制御を示すフローチャートである。

【図5】機関始動時の第1実施例のヒータ制御を示すフローチャートである。

【図6】ヒータ供給電力のDUTY比をバッテリー電圧から算出するマップである。

【図7】機関始動時の第2実施例のヒータ制御を示すフローチャートである。

【図8】機関始動時の第3実施例のヒータ制御を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1…A/Fセンサ

2…センサ素子

3…A/Fセンサ回路

4…ヒータ

5…バッテリー

6…ヒータ制御回路



7...LPF

\*100...電子制御ユニット(ECU)

10...A/F制御ユニット

\*

【図1】

【図2】

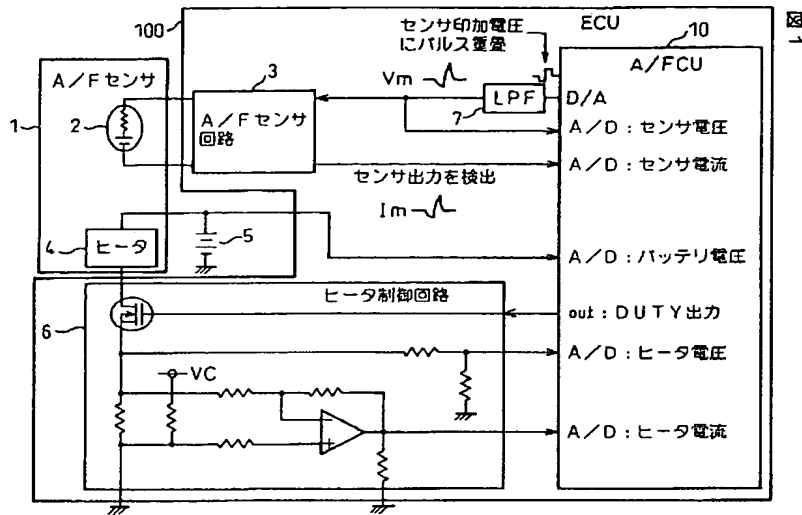
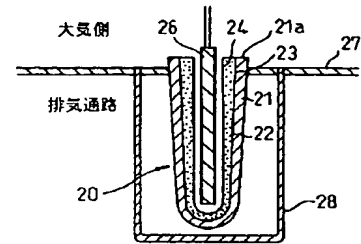


図2



【図3】

【図4】

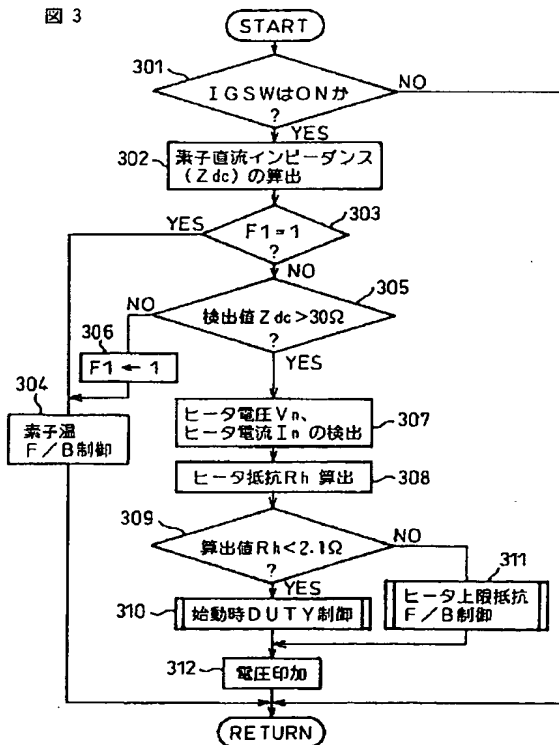
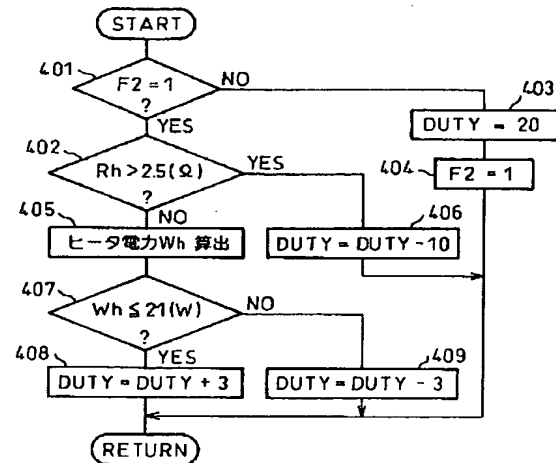


図4



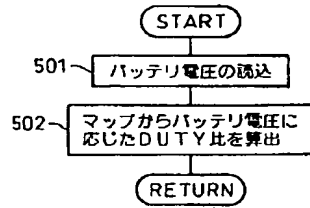
【図6】

図6

|                      |     |     |     |    |    |    |    |
|----------------------|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| バッテリー<br>電圧 (V)      | 10  | 11  | 12  | 13 | 14 | 15 | 16 |
| ヒータ供給電力<br>DUTY比 (%) | 100 | 100 | 100 | 86 | 74 | 65 | 56 |

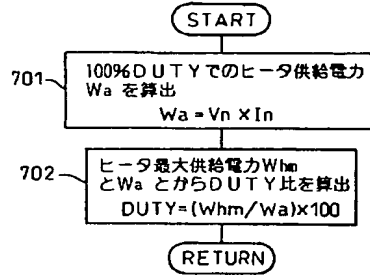
【図5】

図 5



【図7】

図 7



【図8】

図 8

